

CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO BRASIL:

POLÍTICA INDUSTRIAL, MERCADO DE TRABALHO E INSTITUIÇÕES DE APOIO

Simon Schwartzman (coord.)
Carlos Osmar Bertero
Caspar Erich Stemmer
Cláudio de Moura Castro
David Kupfer
Eduardo Augusto Guimarães
Eduardo Krieger
Fabio S. Erber
Fernando Galembeck
João Batista Araújo e Oliveira
Leda U. Amaral
Lia Valls Pereira
Nadya Araujo Castro
Paulo Bastos Tigre
Reinaldo Guimarães
Roberto Vermulm



FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS
EDITORA



Ciência e Tecnologia no Brasil: Política Industrial, Mercado de Trabalho e Instituições de Apoio

Volume 2

Simon Schwartzman (coord.)

Carlos Osmar Bertero

Caspar Erich Stemmer

Cláudio de Moura Castro

David Kupfer

Eduardo Augusto Guimarães

Eduardo Krieger

Fabio S. Erber

Fernando Galembeck

João Batista Araújo e Oliveira

Leda U. Amaral

Lia Valls Pereira

Nadya Araujo Castro

Paulo Bastos Tigre

Reinaldo Guimarães

Roberto Vermulm



FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS
EDITORA

ISBN 85-225-0186-6

Direitos reservados desta edição à Fundação Getúlio Vargas
Praia de Botafogo, 190 — 22253-900
CP 62.591 — CEP 22257-970
Rio de Janeiro, RJ — Brasil

Documentos elaborados para o estudo de ciência política realizado pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas, para o Ministério da Ciência e Tecnologia, no âmbito do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT II). As opiniões expressas nestes artigos são de exclusiva responsabilidade dos autores.

É vedada a reprodução total ou parcial desta obra.

Copyright © Fundação Getúlio Vargas

1ª edição — 1995

Coordenador do projeto: Simon Schwartzman
Edição do texto: Lucia Klein

Divisão de Gestão da Informação — DIGI
Diretor: Moacyr Antonio Fioravante

Editora da Fundação Getúlio Vargas

Chefia: Francisco de Castro Azevedo
Coordenação editorial: Cristina Mary Paes da Cunha
Editoria de texto: Clóvis Alberto Mendes de Moraes, Luiz Alberto Monjardim de Calazans Barradas e Maria Lucia Leão Velloso de Magalhães
Editoria de arte: Eliane da Silva Torres, Jayr Ferreira Vaz, Marilza Azevedo Barboza, Osvaldo da Silva e Simone Ranna
Revisão: Aleidis de Beltran e Fatima Caroni
Produção gráfica: Helio Lourenço Netto

Ciência e tecnologia no Brasil: política industrial, mercado de trabalho e instituição de apoio / Simon Schwartzman (coord.); Eduardo Krieger ... [et al.]. — Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1995. 384p.

1. Ciência e tecnologia — Brasil. 2. Ciência e estado — Brasil. 3. Tecnologia e estado — Brasil. I. Schwartzman, Simon, 1939 — II. Krieger, Eduardo. III. Fundação Getúlio Vargas.

CDD — 607.281

Sumário

Apresentação VII

Ciência e tecnologia no Brasil: uma nova política para um mundo global,
Simon Schwartzman, Eduardo Krieger, Fernando Galembeck, Eduardo
Augusto Guimarães e Carlos Osmar Bertero 1

Parte I Políticas de C&T

A política científica e tecnológica e as necessidades do setor produtivo,
Eduardo Augusto Guimarães 63

Sistema de propriedade industrial no contexto internacional,
Lia Valls Pereira 82

A política de qualidade,
David Kupfer 113

Parte II A Situação da Pesquisa Tecnológica em Setores Prioritários da Política Industrial

O setor de bens de capital,
Roberto Vermulm 149

Liberalização e capacitação tecnológica: o caso da informática pós-reserva de mercado no Brasil,
Paulo Bastos Tigre 179

Parte III Impactos da Mudança Tecnológica sobre o Mercado de Trabalho e a Formação de Recursos Humanos

Impactos sociais das mudanças tecnológicas: organização industrial e mercado de trabalho,
Nadya Araujo Castro 207

Os recursos humanos para a ciência e a tecnologia,
Cláudio de Moura Castro e João Batista Araújo e Oliveira 233

Parte IV Instituições e Mecanismos de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica: Agências, Instrumentos e Programas

FNDCT: uma nova missão,
Reinaldo Guimarães 257

Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT),
Caspar Erich Stemmer 288

Os centros de pesquisa das empresas estatais: um estudo de três casos
Fabio S. Erber e Leda U. Amaral 333

Os centros de pesquisa das empresas estatais: um estudo de três casos

*Fabio S. Erber**
*Leda U. Amaral***

1. Introdução

Os centros de pesquisa e desenvolvimento das empresas estatais respondem por uma parcela importante dos reduzidos gastos nacionais em atividades científicas e tecnológicas. Segundo estimativas governamentais, três centros — Cenpes, da Petrobras; CPqD, da Telebrás; e Cepel, da Eletrobrás — são responsáveis por cerca de 10% dos gastos nacionais em C&T. São estes os centros de pesquisa analisados neste estudo.

Cada um dos centros será apresentado nas três seções subseqüentes, onde serão descritas a sua evolução em termos de objetivos, atividades científicas e tecnológicas executadas, recursos (financeiros, humanos e físicos), estrutura organizacional, articulação com a empresa estatal a que estão ligados, vinculação com universidades e empresas do setor, e resultados obtidos. O trabalho baseou-se em documentos dos centros, suplementados por entrevistas com executivos e técnicos que neles trabalham ou trabalharam.

Na parte final, o estudo inclui uma breve seção comparativa, onde são identificados fatores de natureza econômica, política, organizacional e tecnológica, nos níveis macroeconômico, setorial e microeconômico, que explicam algumas das semelhanças e diferenças nas trajetórias dos três centros.

2. Cenpes

Histórico

Diante da necessidade de adquirir capacitação tecnológica para seu desenvolvimento, a Petrobras criou, em 1955, o Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (Cenap), órgão da administração superior da companhia dedicado à formação e ao desenvolvimento de recursos humanos.

* Professor da Faculdade de Economia e Instituto de Economia Industrial da UFRJ.

** Economista da Eletrobrás.

Embora suas atividades em P&D fossem incipientes — restritas apenas a um modesto setor de pesquisas, dedicado à prestação de serviços técnicos e análises de petróleo e derivados — o Cenap foi o embrião das atividades de pesquisa tecnológica da Petrobras.

Em dezembro de 1963, o Conselho de Administração da Petrobras decidiu criar um órgão exclusivamente dedicado às atividades de P&D, que só seria implantado em 1966, mediante o desmembramento das atividades do Cenap, com a transferência da área de ensino e aperfeiçoamento para o Serviço de Pessoal e a transformação do Setor de Pesquisas em Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (Cenpes), vinculado ao Departamento Industrial (Depin). Em 1967, o Cenpes se desvinculou do Depin e passou a integrar o conjunto de órgãos da Administração Superior da companhia.

O Cenpes foi, portanto, um marco na nova fase de atuação da pesquisa tecnológica no campo do petróleo, transformando substancialmente suas linhas de atuação, tanto em amplitude quanto em profundidade, e tornando-se o principal órgão de tecnologia da Petrobras.

Após a etapa inicial de importação da tecnologia em nível de produção, seguiu-se a fase de “desempacotamento”, que permitiu ao Cenpes obter, em meados da década de 70, reproduções e melhoramentos de equipamentos, bem como materiais e sistemas mais adequados às condições específicas nacionais relativas a geologia, meio ambiente e mercado. A partir de 1976, a atuação do Cenpes se expandiu, abrangendo várias outras áreas, entre elas a pesquisa em petroquímica e as atividades em engenharia básica, que até então estavam dispersas por vários órgãos e passaram a constituir uma área-fim, complementar à de P&D, formalmente implantada na estrutura organizacional do centro.

No início da década de 80, ante as crises energética e econômica, o Cenpes foi obrigado a rever sua atuação, alterando suas prioridades e acelerando seu processo de capacitação tecnológica. Até então voltado para si, o Cenpes começou a se preocupar em fortalecer seu vínculo com as instituições de pesquisas internas e as indústrias fornecedoras da Petrobras. Os denominados “choques do petróleo” tiveram um papel importante no direcionamento do esforço tecnológico da empresa. Com a mudança dos cenários macroeconômico e setorial, a Petrobras redefiniu sua política, adotando como meta principal a busca da auto-suficiência em petróleo.

A necessidade de conhecer melhor o potencial das jazidas, a importância de expandir a produção interna de petróleo, a modificação radical no perfil da demanda de derivados e a entrada em mercados externos, aliadas à escassez de recursos, definiram novos desafios para o desenvolvimento da pesquisa e da tecnologia na empresa, exigindo respostas rápidas à crise que se apresentava. Para ter sucesso no esforço tecnológico, foi necessário adotar uma nova postura no relacionamento com os fornecedores, o que implicou uma redefinição das estratégias da empresa em face da economia do país. O Cenpes foi obrigado a se rees-

truturar, definindo um modelo de gestão que se articulava tanto com a Petrobras quanto com os institutos de pesquisas e as indústrias fornecedoras.

A descoberta dos campos petrolíferos situados na região de Campos também contribuiu muito para a reestruturação do Cenpes. A perspectiva de tornar o país auto-suficiente em petróleo e ao mesmo tempo ingressar na exploração *off-shore* — considerada o futuro da indústria petrolífera — levou a Petrobras a iniciar um novo ciclo de investimentos: o de perfuração e exploração em águas profundas. A empresa passou a depender de uma capacidade tecnológica qualitativamente distinta, capaz de acompanhar a fronteira internacional e introduzir inovações.

A exploração em águas profundas obrigou a empresa a desenvolver uma capacidade de pesquisa própria, de alto risco, uma vez que essa tecnologia não estava pronta e disponível no mercado. Nesse esforço, o Cenpes contou com a participação de outros centros de pesquisas, universidades e indústrias fornecedoras. Na área de produção, foram desenvolvidos projetos com vistas a aumentar a produção de poços e à seletiva nacionalização de materiais e equipamentos. Na área de engenharia básica, o Cenpes participou de esquemas de transferência de tecnologia que incluíam cláusulas de transferência de *know-how* de projetos básicos (craqueamento catalítico, destilação a vácuo etc.).

Todas essas atividades vêm contribuindo para a auto-suficiência do país na produção de derivados e resultando num aumento da produção de produtos mais leves e nobres a partir de óleos pesados e no desenvolvimento de tecnologias na fabricação de catalisadores para craqueamento e processos petroquímicos.

A partir de 1985, portanto, com a consolidação do aprendizado via “desempacotamento” de tecnologia, o Cenpes ingressou em sua última etapa de P&D, a fase de inovação tecnológica, caracterizada por um avanço qualitativo nas atividades de pesquisa, para atender à demanda tecnológica em exploração e produção de petróleo em terra e, principalmente, em águas profundas.

Objetivos

A finalidade do Cenpes é planejar, coordenar, executar — ou promover a execução — e acompanhar as atividades de pesquisa e desenvolvimento e de engenharia básica relacionadas com a indústria do petróleo, de interesse para a Petrobras e as companhias a ela associadas. Além dessas atividades de caráter prioritário, presta ainda assistência técnica e executa serviços nas áreas de informação técnica, propriedade industrial (marcas e patentes) e química analítica.

Os objetivos e as diretrizes gerais da pesquisa científico-tecnológica da Petrobras, estabelecidos em 1970, permanecem até hoje. Em síntese, esses objetivos são: a) racionalizar e otimizar os trabalhos a cargo da Petrobras através da realização de pesquisa; b) diminuir o dispêndio cambial da indústria brasileira; c) contribuir para a criação e o desenvolvimento de novos processos, produtos, equipamentos e métodos; d) incentivar a inovação e o aperfeiçoamento do conhecimento científico-tecnológico; e) contribuir para a formação de recursos huma-

nos de elevado nível. As diretrizes gerais da pesquisa estabelecem prioridades para: a) a solução dos problemas de interesse da Petrobras e de suas subsidiárias; b) a pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental, executados no âmbito da companhia; c) a absorção dos conhecimentos e do *know-how* existentes no país e no exterior; d) o estímulo e a promoção de programas de pesquisa básica orientados por universidades e outras instituições; e) o aprimoramento de mecanismos de informação e documentação para atender à Petrobras e suas subsidiárias; f) o fomento à interação de atividades de pesquisa e de operação; g) o incentivo às atividades de pesquisa científico-tecnológica no país.

Tanto os objetivos quanto as diretrizes da pesquisa científica e tecnológica do Cenpes visam atender às necessidades do Sistema Petrobras no que tange à sua maior autonomia na produção de petróleo e ao fomento de um parque industrial nacional. Pretende-se, assim, assegurar ao país uma maior autonomia tecnológica na área de prospecção, extração, produção e refino de petróleo.

Para isso, o Cenpes, junto com as unidades operacionais da Petrobras, elaborou um programa de pesquisa científica e tecnológica que vem alcançando resultados bastante positivos, traduzidos por índices crescentes de auto-suficiência em petróleo e de capacitação tecnológica em nível internacional.

Na elaboração de seus programas de pesquisa, o Cenpes mantém-se permanentemente articulado com seus fornecedores e conta com o apoio de institutos de pesquisa e universidades, através da celebração de inúmeros contratos e convênios, visando principalmente:

- a) concentrar seus recursos e esforços em trabalhos que proporcionem, em menores prazos, com menores custos e com o menor risco, os maiores benefícios para a Petrobras, realizando projetos de pesquisa aplicada (tecnológica) e de desenvolvimento, bem como serviços técnicos especializados;
- b) repassar trabalhos de mais longo prazo ou de maior risco para universidades e outras instituições de pesquisa, contratando com terceiros os projetos de pesquisa básica dirigida;
- c) repassar para os órgãos operacionais da empresa ou para a iniciativa privada nacional a execução de serviços técnicos de rotina, liberando os especialistas do Cenpes para trabalhos de maior complexidade técnica;
- d) nacionalizar o projeto básico de unidades operacionais nas áreas de petróleo, petroquímica e fertilizantes, evitando dispêndio de divisas e procurando fixar no país os conhecimentos tecnológicos de interesse da Petrobras.

À medida que as instituições e as empresas nacionais se capacitam a desenvolver tecnologias de interesse da Petrobras, a empresa passa a apoiá-las, desenvolvendo projetos em parceria. Essa atitude demonstra uma redefinição do papel

da Petrobras e do Cenpes, que passam a atuar como indutores no processo de avançamento das atividades de P&D no setor de petróleo. A necessidade de manter-se na fronteira tecnológica tem levado a Petrobras a adotar um novo relacionamento com suas indústrias fornecedoras, dando preferência às modalidades de atuação que impliquem projetos cooperativos ou multiclientes.

Estrutura organizacional

O Cenpes possui três áreas-fim: Exploração e Produção, Engenharia Básica e Industrial.

Além dessas, e diretamente ligadas ao superintendente, existem também áreas responsáveis pelas atividades de Planejamento e Administração Tecnológica, Informação Técnica e Propriedade Industrial, Manutenção, Apoio e Comercialização de Tecnologia e o Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (Procap), prioritário na empresa.

Principais atividades

A atuação do Cenpes desdobra-se em três áreas de atividades que compõem a base de sua estrutura organizacional:

a) Pesquisas em Exploração e Produção

Nessa área destaca-se o Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (Procap), o maior programa tecnológico desenvolvido pelo Sistema Petrobras em articulação com a comunidade tecnológica nacional e internacional (instituições de pesquisas e firmas de engenharia e prestação de serviços). As características do solo brasileiro implicavam a necessidade de extrair óleo e gás de campos situados em águas profundas, o que exigiu o desenvolvimento de novas tecnologias em nível pioneiro internacionalmente, tendo a perfuração *off-shore* representado um papel importante no esforço da companhia para tornar tecnicamente viável a produção nessa área. Os aperfeiçoamentos alcançados em poços direcionais e horizontais e o desenvolvimento de novos equipamentos contribuíram em muito para aumentar a eficiência das operações de perfuração, com impacto significativo na redução de custos.

b) Pesquisa Industrial

Programas e projetos referentes ao processamento de petróleo e derivados (refinação e petroquímica), incluindo tecnologia de produtos (combustíveis e lubrificantes) e de produção de polímeros e fertilizantes, biotecnologia e preservação do meio ambiente, além de análises químicas e avaliações de petróleo.

c) Engenharia Básica

Atividades de engenharia básica, avaliações técnico-econômicas, serviços e assistência técnica relacionados com programas e projetos de processamento de petróleo e de seus derivados (refinação, petroquímica, álcoolquímica e produção de fertilizantes), de processamento de xisto e de álcool e de estruturas e instalações de perfuração e produção de petróleo.

d) Planejamento do Cenpes

Os critérios adotados na seleção de projetos a serem desenvolvidos se integram aos programas considerados prioritários pela Petrobras. Criou-se um grupo de trabalho para analisar e discutir, através dos comitês Estratégico e Operacional, a seleção dos programas e projetos que deverão ser desenvolvidos, e reavaliar as atividades em andamento, a fim de compará-las com as novas solicitações. O objetivo desses comitês é estruturar um método qualitativo e simples de avaliação da carteira de programas e projetos do Cenpes, a fim de otimizar o esforço em P&D, assegurando a coerência entre a disponibilidade de recursos e as diretrizes estabelecidas pelos comitês tecnológicos Estratégicos.

Recursos financeiros

O Cenpes encerrará o ano de 1992 com aplicações em torno de US\$130 milhões em projetos de pesquisa, de desenvolvimento e de engenharia. Apesar de seu peso expressivo na economia brasileira, os recursos que a Petrobras tem aplicado em tecnologia não acompanham os padrões internacionais das maiores empresas de petróleo. Até 1984, a empresa registrou valores históricos de aplicações no Cenpes correspondentes a apenas 0,2% de seu faturamento bruto (FB), enquanto as empresas internacionais aplicaram 0,8%.

A partir de 1985, a Petrobras aumentou a alocação de recursos ao Cenpes para 0,6% do FB, visando atender principalmente ao programa de Capacitação em Águas Profundas (Procap).

Para viabilizar os objetivos propostos pelo comitê tecnológico da Petrobras, a empresa elevou para 1% do FB os investimentos alocados no Cenpes, passando a investir em 1993 cerca de US\$170 milhões. Esses recursos foram aplicados nos mais variados projetos — abrangendo todas as áreas de pesquisa do centro — desde a fase da exploração do petróleo até o seu refino. A parcela adicional sobre o faturamento foi destinada a projetos estratégicos, entre eles o projeto de redução do custo de produção de petróleo em águas de até mil metros de profundidade, os programas de melhoria da área de processamento de dados e de automação dos laboratórios e plantas pilotos, e os programas de redução de custos operacionais no sistema de produção. A Petrobras vem buscando, através de sua gestão econômico-tecnológica, novas formas de captar recursos para o Cenpes. Entre

elas estão a venda de serviços (auto-financiamento), a captação de recursos de terceiros e a parceria em desenvolvimento de pesquisas e projetos cooperativos e multiclientes.

Recursos humanos

Os programas de treinamento de recursos humanos sempre tiveram um papel fundamental para a estratégia de sobrevivência da Petrobras. Através de cursos, o processo de treinamento fornecia conhecimentos, na área de projetos de processamento, necessários às atividades de acompanhamento operacional. Esses cursos eram realizados, na maioria das vezes, em convênios pioneiros com as universidades.

Os programas de treinamento da Petrobras serviram também para treinar pessoal que mais tarde se transferiu para empresas privadas, fornecedoras da estatal. Firms de engenharia e empresas de bens de capital eram formadas ou reforçadas com pessoal técnico egresso da Petrobras, através de vínculos que serviram para criar e manter uma forte articulação com as atividades do setor de petróleo.

A história da formação de P&D na Petrobras pode ser dividida em cinco etapas:

- De 1955 a 1966, quando a prioridade era o treinamento de pessoal — administrado pelo Cenap — para efetuar o controle de qualidade e prestar serviços técnicos de apoio à operação.
 - De 1966 a 1973, com a criação do Cenpes, as atividades de treinamento se estenderam às demais áreas da empresa e tiveram início as primeiras pesquisas na área de exploração, através de programas de análise mineralógica por raios X, com avanços significativos na química.
 - De 1973 a 1979, fase marcada por uma mudança qualitativa e quantitativa importante, quando o Cenpes começou efetivamente a desenvolver P&D. Em dois anos (1974/75), o crescimento de pessoal foi de 80%, o que reflete a importância dada pela empresa ao desenvolvimento da pesquisa em engenharia básica e ao setor de refino e, posteriormente, ao setor petroquímico. A participação de outros centros de pesquisas e universidades foi fundamental para o aprimoramento tecnológico do centro.
- Os resultados nas áreas de exploração, produtos e engenharia básica de processos foram considerados significativos, mas o Cenpes não foi capaz de elaborar uma política de P&D para a empresa que incluísse definições estratégicas de longo prazo; em consequência, a maioria das atividades se concentrou na otimização dos processos de refino de curto prazo, em detrimento de iniciativas de pesquisa de longo prazo.

• Entre 1980 e 1985 predominou a consolidação do aprendizado via desempacotamento de tecnologia, preparando a empresa para a fase de inovação tecnológica. Foi grande, nesse período, o avanço qualitativo das atividades de pesquisa, motivado sobretudo pela crise econômica e energética que forçou a Petrobras a adotar uma nova postura ante a questão tecnológica. Como a atividade de P&D já estava estruturada, a empresa teve condições de acompanhar satisfatoriamente o crescimento da demanda tecnológica, contando com equipes qualificadas tanto em pesquisa como em engenharia básica. A conquista mais significativa do período foi a intensificação das pesquisas em exploração e produção de petróleo *off-shore*, atendendo às prioridades da empresa. Nesse período, o Cenpes teve que conviver com restrições à contratação de pessoal impostas pela política governamental, em função do agravamento da crise econômica.

• De 1986 em diante, quando o Cenpes parte para o estágio de inovação no "estado da arte" na área *off-shore*, possibilitando o desenvolvimento de novas concepções tecnológicas que deverão conduzir à exportação de tecnologia sob forma de projetos.

A pesquisa em exploração e produção *off-shore* é a diretriz principal do desenvolvimento tecnológico da empresa, com efeito multiplicador sobre a indústria e impacto positivo em todo o setor de petróleo, graças ao desenvolvimento de processos próprios que foram patenteados, situando a Petrobras entre as empresas que atuam na fronteira tecnológica de produção *off-shore*.

No entanto, devido à limitação da contratação de pessoal, o Cenpes foi obrigado a restringir a ampliação de seus quadros e o treinamento de técnicos. A solução alternativa foi a contratação de pesquisadores nacionais e estrangeiros em regime de prestação de serviços e a realização de projetos de pesquisas em cooperação com outras organizações. Essa solução requer, no entanto, uma complementação, de forma a assegurar o fluxo permanente de atualização tecnológica nos quadros técnicos permanentes do Cenpes. A necessidade de valorização mais intensa, efetiva e sistemática dos produtos das atividades de P&D se deve principalmente à crescente escassez de recursos financeiros. É fundamental para o setor preservar e ampliar seus conhecimentos tecnológicos sob pena de perder a fronteira da capacitação adquirida.

Recursos laboratoriais

A maioria das atividades de pesquisa do Cenpes pode ser realizada em seus próprios laboratórios. Atualmente, em função do aumento da demanda, o Cenpes vem utilizando outros laboratórios (de universidades, outros institutos de pesquisa e até mesmo indústrias) e otimizando os recursos disponíveis, tanto laboratoriais quanto financeiros e humanos, com base em estudos recentes que demons-

tram que a ampliação dos laboratórios do Cenpes implicaria deseconomia de escala.

Articulação do Cenpes com as comunidades tecnológicas nacionais e internacionais

Desde o início de suas atividades, o Cenpes vem firmando acordos de cooperação técnica com centros de pesquisa, consultores, universidades e empresas fornecedoras de bens de capital. Inicialmente, esses convênios baseavam-se sobretudo na importação de tecnologias dos países industrializados, visando à sua absorção através de contratos de *know-how* e licenciamento de patentes. Com o desenvolvimento e a formação de seus recursos humanos, o Cenpes passou a concentrar-se no aprofundamento dos conhecimentos adquiridos com o objetivo de aperfeiçoar e adaptar seus produtos e processos.

Atualmente, com a avançada capacitação tecnológica adquirida em determinadas áreas, principalmente em exploração e produção de petróleo *off-shore*, o Cenpes vem estabelecendo *joint-ventures* com outras companhias de petróleo e firmas de prestação de serviços, e aumentando sua participação em desenvolvimentos tecnológicos no exterior, por meio de projetos multiclientes e acordos de cooperação tecnológica.

Mais recentemente, em função de políticas restritivas impostas às estatais, restringiu-se a participação de pesquisadores no acompanhamento *in loco* dos projetos multiclientes e de cooperação tecnológica no exterior. A manutenção dessa restrição pode distanciar o Cenpes da fronteira do conhecimento e das inovações que estão sendo realizadas.

O fato de, nos últimos anos, cerca de 50% dos projetos multiclientes terem sido rejeitados demonstra que, embora haja interesse nesse tipo de desenvolvimento em conjunto, os critérios adotados pelo Cenpes para a sua participação são bastante seletivos. Dos 13 projetos em negociação, sete são com a Inglaterra (seis com centros de pesquisa e um com universidade) e seis com os EUA (cinco com centros de pesquisa e um com universidade). Destes projetos, 11 situam-se na área de Exploração e Produção, um na de Engenharia Básica e um na Industrial.

Articulação do Cenpes com as indústrias fornecedoras

O Cenpes, através da Petrobras, tem incentivado a participação do empresário nacional em seus empreendimentos, beneficiando a economia interna e transferindo para o país a tecnologia indispensável ao seu desenvolvimento e à especialização da mão-de-obra em sua área de atuação.

Como a indústria do petróleo tem que operar com baixa margem de tolerância a erros, a Petrobras foi obrigada a selecionar fornecedores qualificados. Por outro lado, dadas as dificuldades de importação e a política que privilegiava o abastecimento local de bens de capital, a empresa teve condições de mobilizar as

indústrias existentes no país para a fabricação de materiais e equipamentos de que necessitava, procurando sempre desenvolver uma atuação de tipo conjugado. Nessa linha, a empresa adotou uma política agressiva de qualificação de seus fornecedores, desenvolvendo logo de início sistemas de garantia de qualidade própria. Esse tipo de atuação fez do Cenpes, além de um gerador de conhecimentos tecnológicos, um órgão difusor de tecnologia para a indústria do petróleo. Atualmente, o Cenpes e as indústrias contam com uma massa crítica de pessoal com nível de conhecimento suficiente para dar um salto qualitativo no processo da capacitação tecnológica.

Hoje a Petrobras já é capaz de projetar refinarias adaptadas às condições locais de processamento, matérias-primas etc. A indústria nacional é capaz de fornecer 95% dos equipamentos de uma refinaria. Por outro lado, desde que começou a desenvolver uma capacidade inovadora em *off-shore*, introduzindo novos produtos e métodos de produção, o Cenpes vem transferindo para firmas de engenharia ou empresas industriais a responsabilidade pelo projeto/fabricação de equipamentos, restringindo-se, nessa fase, a efetuar o acompanhamento.

Principais realizações

Ao longo desses mais de 20 anos, foram muitos os resultados expressivos das atividades do Cenpes, com reflexos positivos inclusive na balança de pagamentos do país, em função da economia de divisas correspondente a assistência técnica, compra de projetos e pagamentos de *royalties*. Outros benefícios importantes dizem respeito à economia de tempo na solução dos problemas operacionais, à utilização de matérias-primas, equipamentos e materiais fabricados no país e ao incentivo à capacitação tecnológica de firmas brasileiras, fabricantes de equipamentos e prestadoras de serviços de consultoria técnica.

A análise dos resultados do Cenpes, à luz de seu processo de evolução tecnológica, permite identificar fases distintas. De início, as principais conquistas se relacionavam à criação de capacitação técnica nos diversos segmentos da indústria do petróleo. Seguiram-se etapas de assistência técnica ao Sistema Petrobras, com crescente aumento de complexidade tecnológica. Tal assistência representa até hoje a maior parte das atividades do Cenpes.

Além dos projetos de assistência técnica — mais de 500 implantados nos últimos cinco anos — o Cenpes vem desenvolvendo atividades inovadoras, escassas nas primeiras fases do processo de aprendizado tecnológico, mas já reconhecidas internacionalmente, mediante a obtenção de patentes em vários países.

Entre os resultados de difícil avaliação econômica estão as atividades em tecnologia de exploração de petróleo desenvolvidas no Cenpes, que têm proporcionado à Petrobras benefícios significativos em seu esforço de incrementar as reservas petrolíferas das bacias sedimentares brasileiras.

Nos últimos anos, a Petrobras realizou importantes descobertas de petróleo na bacia de Campos, em profundidades superiores a 400 metros. O Procap, em seis anos de existência (1986-91), trabalhou no desenvolvimento de 109 projetos multidisciplinares, concentrando 80% dos esforços em extensão de tecnologias já utilizadas pela Petrobras em águas rasas e outros 20% em concepções de sistemas geradores de inovações tecnológicas. Demonstrando o reconhecimento internacional do esforço da empresa no desenvolvimento e na produção de petróleo em águas profundas, a Offshore Technology Conference (OTC) escolheu a Petrobras para receber o prêmio Distinguished Achievement Award for Companies — 1992, que é uma espécie de prêmio Nobel da indústria do petróleo.

3. Cepel

Histórico

A trajetória da indústria de energia elétrica no Brasil ilustra bem as dificuldades existentes para o avanço tecnológico autônomo. Em sua fase inicial, o desenvolvimento do setor concentrou-se na instalação de sistemas locais de pequeno porte e em alguns empreendimentos de maior vulto, promovidos por grupos estrangeiros, que utilizavam não só equipamentos importados, como também a tecnologia desenvolvida em seus países de origem.

A aceleração da urbanização e da industrialização, a partir dos anos 50, repercutiu fortemente no setor de energia elétrica. O Estado brasileiro começou a intensificar sua participação na produção de energia elétrica, para fazer face ao enorme aumento da demanda desse insumo básico, na medida em que a energia elétrica passou a constituir um dos principais elementos da infra-estrutura necessária às transformações sócio-econômicas em curso.

Iniciou-se a implantação, no país, de indústrias voltadas para o setor de energia elétrica, com a internalização da produção de equipamentos, por meio de subsidiárias de grandes conglomerados internacionais.

A busca de maior autonomia tecnológica no setor de energia elétrica só se concretizou a partir do final da década de 60, quando o país já havia ingressado na etapa da industrialização avançada, através das indústrias básicas. Os investimentos produtivos do setor estatal em energia elétrica desempenharam papel importante, ativando a demanda nos setores de construção, bens de capital e intermediários.

O desempenho do setor de energia elétrica durante esse período foi marcado por um surto de expansão, com a construção de novas usinas no complexo hidrelétrico de Paulo Afonso, no rio São Francisco, da usina de Marimbondo, no rio Grande, da usina de Salto Osório, no rio Iguaçu, e do complexo hidrelétrico de Ilha Solteira, no rio Paraná. A notável ampliação da capacidade instalada do sistema elétrico requeria um tipo de tecnologia que, em certos casos, se encontrava

em estágio ainda experimental nos países industrializados. Questões como o aproveitamento de fontes energéticas localizadas em regiões cada vez mais distantes das áreas de consumo, a complexidade da operação e do controle de redes de transmissão de energia elétrica — que experimentavam um processo crescente de interligação — e a necessidade de transmitir grandes blocos de energia e realizar sua distribuição em regiões de elevada concentração urbana e/ou industrial suscitaram um interesse maior, tanto das concessionárias quanto dos fabricantes de equipamentos, pela busca de alternativas tecnológicas próprias.

Ao lado das características intrínsecas à dinâmica do próprio setor de energia elétrica, outras, inerentes ao modelo de substituição de importações, atraíram as atenções do Estado para as atividades de pesquisa. Entre essas características, destacava-se a tradicional dificuldade de equilibrar o balanço de pagamentos brasileiro, fortemente onerado pelos gastos com *royalties*, patentes e assistência técnica decorrentes do modelo de desenvolvimento. Nesse contexto, surgiu, no Ministério das Minas e Energia, a idéia de criar centros de pesquisas nas empresas a ele vinculadas, consubstanciada em exposição de motivos aprovada pelo presidente da República em 1971. Paralelamente, consolidou-se, nessa época, uma política científica e tecnológica, operacionalizada através de instrumentos financeiros geridos por órgãos como a Finep e o CNPq, que contribuiu significativamente para o desenvolvimento tecnológico do setor elétrico.

Em 1974, a Eletrobrás e, na época, suas quatro grandes empresas controladas (Furnas, Eletronorte, Chesf e Eletrosul) se decidiram pela criação do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel). O Cepel foi constituído sob a forma de sociedade civil sem fins lucrativos, isto é, com personalidade jurídica própria e autônoma. A implementação de seu projeto e a construção de suas instalações físicas foram delegadas pela Eletrobrás a Furnas, que foi autorizada a contratar consultores especializados. Furnas teve o apoio do Institut de Recherches de L'Hydro-Québec, do Canadá, uma das instituições mais conceituadas do mundo no campo da pesquisa em eletricidade, atuando em condições semelhantes às do Brasil quanto ao aproveitamento de recursos hídricos e aos problemas de transmissão de energia a grandes distâncias.

Em 1979, com a crise econômica mundial deflagrada pelos choques do petróleo, que praticamente quadruplicou o seu preço no mercado internacional, ficou claro para o governo que o modelo energético, até então fortemente apoiado no petróleo, teria que partir para uma maior utilização da energia elétrica. Para aumentar a oferta de energia elétrica, seria necessário desenvolver esforços tecnológicos que pudessem atender, com eficiência e custos adequados, à crescente demanda do setor.

Diante da perspectiva dos aproveitamentos hidrelétricos da Amazônia, que exigiam a construção de grandes sistemas de transmissão para interligação aos sistemas Sul-Sudeste e Centro-Oeste, e da construção do sistema de transmissão de Itaipu, a concepção das instalações e da própria capacitação do Cepel se orientou para estudos e pesquisas na área de sistemas elétricos e, mais particularmente,

na área de transmissão de energia, e também para a realização de ensaios experimentais e instalações de demonstração aplicáveis ao desenvolvimento do setor.

Na época, o setor elétrico se caracterizava pela predominância da energia de origem hidráulica com tecnologia de fabricação já de domínio nacional, pela estabilidade econômica do setor — com fácil acesso ao crédito externo — e por políticas governamentais de proteção à indústria nacional.

Nesse contexto, o setor de energia elétrica teve condições de se expandir a taxas elevadas, com grande demanda de bens e serviços integrantes de seu processo produtivo. Vigorava ainda uma política de desenvolvimento de cunho nacionalista, em que a proteção à produção local, os incentivos fiscais e a própria reserva de mercado limitavam o acesso do setor ao mercado internacional. Dessa forma, embora tivesse como objetivos principais a melhoria da qualidade e a redução relativa do custo do serviço de energia elétrica, para os quais dedicava a maior parte de seus esforços, o Cepel acabou se engajando, tal como a Eletrobrás e as grandes concessionárias, em programas de adaptação e desenvolvimento próprio da indústria fornecedora de bens e serviços de sua cadeia produtiva, principalmente os que utilizavam novas tecnologias de forma mais intensa. Em consequência, o Cepel acumulou um expressivo grau de capacitação tecnológica nos processos inerentes ao serviço de energia elétrica e no desenvolvimento de produtos e insumos utilizados naqueles processos.

Por outro lado, o Cepel não desenvolveu plenamente a sua atuação no sentido de promover e estimular maior interação com as concessionárias e os fornecedores de bens e serviços que compõem a cadeia produtiva do setor, visando a melhor coordenação das atividades de P&D e o melhor uso da capacitação tecnológica disponível, pelas seguintes razões:

a) o modelo institucional do setor, que, diferentemente de outros setores estatais, não é monopolizado, dificultando bastante a adoção de uma postura uniforme, por parte das concessionárias, que privilegiasse a pesquisa tecnológica desenvolvida no país;

b) como empresa *holding* das grandes concessionárias regionais, a Eletrobrás não exerceu a função de agente de planejamento das atividades de P&D do setor, nem atribuiu ao Cepel o papel de órgão coordenador e difusor de P&D. O resultado foi que a atuação do Cepel se tornou um tanto dispersa, orientando-se para o atendimento das necessidades mais imediatas das concessionárias, em detrimento de programas e projetos de P&D que, embora de mais longo prazo, trariam benefícios mais amplos para o setor elétrico como um todo;

c) o próprio Cepel não priorizou uma gestão científica e tecnológica que definisse critérios de seleção de projetos que, além de atenderem às reais necessidades tecnológicas do setor elétrico, articulassem sua cadeia tecnológica de forma a otimizar os poucos recursos destinados a P&D e a difundir, para todo o sistema elé-

trico, as tecnologias desenvolvidas. Esse fato gerou, dentro do próprio Cepel, uma cultura que privilegiou a capacitação tecnológica como um fim em si mesma, ao invés de conferir-lhe uma feição mais empresarial.

Embora o Cepel, como órgão de P&D&T criado para atender ao setor elétrico, tenha hoje uma reconhecida capacitação tecnológica, um corpo técnico altamente qualificado e instalações laboratoriais ímpares na América Latina, ele não conseguiu se articular mais estreitamente com a sua cadeia produtiva, no sentido de atender às necessidades e demandas de seus principais usuários.

Esses fatores, acrescidos das dificuldades para financiar a expansão da oferta de energia em níveis adequados ao país, tornaram necessária, a partir dos anos 80, a reestruturação do Cepel não só para corrigir as falhas identificadas no passado, como também para acompanhar todo o processo de mudança no setor elétrico e na economia do país.

Objetivos

Com base nas questões críticas do setor elétrico, foi elaborado, em 1991, o planejamento estratégico do Cepel, definindo, dentro de um contexto mais atual, quais seriam os objetivos tecnológicos do setor e as missões e diretrizes institucionais do centro.

O planejamento desenvolvido pelo Cepel contou com a consultoria da USP e a colaboração de especialistas do setor com larga experiência em atividades de pesquisa, planejamento, projeto e operação de sistemas elétricos, além de ter sido subsidiado por profissionais da indústria, de universidades e de outros centros de pesquisa.

Os objetivos tecnológicos do setor e a missão e as diretrizes institucionais do Cepel a seguir relacionados exprimem o resultado dos trabalhos do planejamento estratégico e da reestruturação pela qual o centro passou.

Objetivos tecnológicos do setor elétrico:

- a) aprimorar os equipamentos industriais e residenciais que utilizam energia elétrica, para que o façam de forma mais eficiente;
- b) desenvolver equipamentos para usinas hidrelétricas que tenham custos menores e permitam uma operação mais eficaz e eficiente do sistema elétrico;
- c) desenvolver materiais, equipamentos e sistemas de transmissão de energia elétrica que tenham custos menores e permitam uma operação mais eficaz e eficiente do sistema elétrico;

d) desenvolver equipamentos e sistemas de distribuição de energia elétrica buscando maior eficiência energética e menores custos;

e) desenvolver ferramental para gerenciamento e controle de sistemas elétricos interligados, com predominância de geração hidrelétrica;

f) conhecer melhor as características geológicas, hidrológicas, ecológicas e meteorológicas da Amazônia, visando instalar hidrelétricas e linhas de transmissão na região;

g) melhorar a base de dados sobre transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica, aperfeiçoando os instrumentos de planejamento e gerenciamento e os métodos de dimensionamento de equipamentos;

h) desenvolver sistemas de gerenciamento que permitam o uso racional dos recursos hídricos nas situações de uso múltiplo das águas (irrigação, abastecimento, diminuição da poluição etc.);

i) desenvolver capacitação para projeto, fabricação, instalação e operação de equipamentos utilizados em termelétricas a carvão, gás natural e/ou derivados de petróleo;

j) desenvolver a tecnologia de materiais, equipamentos e sistemas para a transmissão de energia elétrica da Amazônia;

k) aumentar e sistematizar o conhecimento sobre os efeitos ecológicos da construção e operação de unidades de geração de energia elétrica e de linhas de transmissão, visando minimizar seus impactos ambientais;

l) desenvolver capacitação para projeto, fabricação, instalação e operação de sistemas para geração/aproveitamento de energia elétrica de fontes não-convencionais, tais como resíduos petroquímicos, co-geração, energia solar etc.;

m) desenvolver sistemas de comunicação orientados para o gerenciamento das operações do setor elétrico;

n) aprimorar processos e materiais usados no projeto e na construção de barragens para hidrelétricas;

o) desenvolver modelos para gerenciamento de operações que incluam as fontes de origem termoeletrica e contemplem suas características operacionais nos processos de gerenciamento da rede;

p) desenvolver capacitação para projeto, fabricação, instalação e operação de usinas nucleares.

São as seguintes as diretrizes institucionais do Cepel:

a) constituir-se em centro de excelência nas áreas de pesquisa e desenvolvimento tecnológico de interesse do setor elétrico;

b) coordenar as atividades de interesse do setor elétrico em consonância com a política industrial e tecnológica do setor e do país;

c) apoiar o desenvolvimento tecnológico das empresas concessionárias e das indústrias de bens e serviços pertinentes ao setor elétrico;

d) assegurar o apoio financeiro e a flexibilidade operacional necessários à condução dos trabalhos de P&D de interesse do setor elétrico.

Estrutura organizacional

Na reestruturação do Cepel optou-se por uma estrutura matricial que viabilizasse a busca da excelência em áreas de conhecimento especializado, visando ao mesmo tempo resultados tecnológicos específicos, de interesse de seus patrocinadores, e a aplicação eficiente dos recursos alocados aos projetos.

Foram considerados dois conjuntos de atividades: o primeiro inclui a pesquisa disciplinar e as atividades técnicas de engenharia, ensaio, certificação, qualificação e controle de qualidade, organizadas por função especializada ou área de conhecimento. O segundo, as atividades com forte interface com o ambiente externo e que exigem alto grau de criatividade, flexibilidade e orientação para resultados, no caso, a pesquisa aplicada, o desenvolvimento tecnológico e os estudos de avaliação e prospecção, organizados por projeto, com equipe multidisciplinar, liderada por um gerente.

Ao estabelecer esse novo modelo de estrutura, a reforma organizacional contemplou os seguintes objetivos:

a) preparar o Cepel para atender aos desafios crescentes impostos pela expansão do sistema elétrico do país, em um ambiente mais competitivo, com plena valorização da criatividade, qualidade e produtividade;

b) orientar o Cepel para atender às políticas tecnológicas decorrentes do planejamento de longo prazo do setor e às necessidades inerentes às concessionárias;

c) criar condições para a maior integração do Cepel com concessionárias, indústrias e instituições congêneres, inclusive externas, assegurando a prática de padrões internacionais em seus serviços e projetos;

d) aumentar a eficiência e a produtividade de seus processos e recursos, em especial de seu corpo funcional, tornando efetiva a geração, a absorção e a transferência de tecnologia;

e) diversificar as fontes de recursos, orientando-se para a busca de clientes e/ou parceiros para seus projetos.

A idéia era conciliar o objetivo de aumento da eficiência e da produtividade com o de maior aproximação e melhor atendimento aos patrocinadores e clientes, através da criação das coordenações de programas. Atuando como elos permanentes de ligação com o mercado usuário dos produtos tecnológicos do Cepel, essas coordenações ampliaram e diversificaram as relações e parcerias comerciais do centro, mostrando uma orientação para resultados, dentro do conceito de qualidade total.

Foi necessário reagrupar os recursos humanos e materiais disponíveis, de modo a assegurar maior integração com as necessidades do setor elétrico. Esse reagrupamento em áreas de conhecimento exigiu um profundo questionamento das competências disponíveis, que foram reduzidas a um tamanho mínimo, denominadas "células". Essas "células" foram agrupadas em quatro grandes áreas de conhecimento: eletrotécnica, sistemas, eletrônica e materiais e mecânica.

Paralelamente, os laboratórios do Cepel foram classificados em três categorias. Uma delas agrupa os laboratórios voltados para estudos e desenvolvimento de projetos próprios das células de conhecimento. Esses laboratórios, chamados internos, ficaram vinculados às áreas de conhecimento específicas e não prestam serviços para clientes externos. Existe um segundo grupo de laboratórios para estudos e projetos, internos ou externos, prestando serviços segundo uma programação negociada com os usuários. Por último, há o grupo de laboratórios voltados exclusivamente para clientes externos.

Além das atividades usuais de apoio, que se mantiveram numa Superintendência de Administração e Finanças, foram criados dois órgãos de assessoria ligados diretamente à direção do centro: um, responsável pelo processo de planejamento, avaliação e seleção de projetos e orçamento-programa, e outro, pelas atividades de comercialização e transferência de tecnologia.

Ao mesmo tempo em que procedeu à reestruturação e à definição das áreas de conhecimento e outras divisões funcionais, o Cepel realizou um amplo trabalho de reavaliação dos projetos e atividades que vinha desenvolvendo, contando para tanto com a participação da Eletrobrás e de diversas empresas concessionárias. Ao longo desse trabalho, o centro reduziu sensivelmente o número de projetos em curso, encerrando os de menor interesse e agrupando os que eram afins.

Como resultado desse processo, foram consolidados os grandes programas de P&D em que hoje o Cepel concentra seus esforços, nas áreas de: Planejamento e Operação Elétrica, Planejamento e Operação Energética, Extensão de Vida Útil e Recapitação de Instalações, Utilização de Energia, Supervisão, Controle e Proteção de Sistemas Elétricos, Tecnologia de Equipamentos e Instalações de Transmissão e Distribuição, Automação da Distribuição.

Articulação interna e externa

A articulação do Cepel com sua cadeia produtiva e com outros centros de pesquisas afins e universidades ainda é insatisfatória. Um dos fatores responsáveis por essa situação é a falta de uma coordenação com vistas à integração. Entretanto, quando a demanda do setor elétrico se insere nos projetos considerados de interesse do grupo técnico do Cepel, a integração é perfeita. O relacionamento do Cepel com sua cadeia produtiva se realiza da seguinte forma:

a) Com a Eletrobrás e empresas controladas

A Eletrobrás e as demais empresas do grupo são as principais mantenedoras e maiores usuárias do Cepel e mantêm com o centro duas modalidades de relacionamento para o desenvolvimento de seus projetos de P&D. Na primeira, o centro obriga-se a desenvolver pesquisas que decorrem das prioridades identificadas pelas mantenedoras. Na segunda, a Eletrobrás ou qualquer das controladas paga ao centro pelo desenvolvimento de projetos julgados importantes, mas que não foram cobertos pelas contribuições.

Contudo, a atuação do Cepel se ressentia da ausência de uma análise prévia da relação custo/benefício. Outro problema é a discordância entre os pesquisadores do Cepel e os técnicos da Eletrobrás quanto ao que é prioritário para o setor elétrico. Os técnicos da Eletrobrás questionam a postura do Cepel, considerada pouco empresarial. Segundo eles, o Cepel não atua como órgão executor de uma demanda definida pelo setor e fixa ele próprio sua linha de atuação em termos de desenvolvimento tecnológico. Reconhecem, entretanto, que, quando há convergência de opiniões e de interesses sobre determinados projetos, os resultados apresentados pelo Cepel são excelentes.

Com relação à divulgação dos resultados obtidos pelo Cepel no sentido de otimizar os recursos aplicados na pesquisa e de difundir para todo o setor elétrico os progressos técnicos alcançados a atuação do Cepel foi considerada incipiente, deixando claro o seu descompromisso como órgão difusor de tecnologia.

Outros pontos críticos dizem respeito aos atrasos nos cronogramas estabelecidos e aos custos dos projetos que são contratados com recursos extracontribuições, considerados muito elevados quando comparados aos de centros de pesquisas do exterior.

b) Com outras concessionárias de energia elétrica

As concessionárias procuram menos o Cepel do que as empresas do grupo Eletrobrás. A maioria delas acha que o Cepel conhece pouco os problemas da área de distribuição de energia; o Cepel é visto como um órgão que atua para atender à *holding*, e não aos interesses das concessionárias, embora o centro argumente que as empresas distribuidoras é que ainda não conseguiram articular-se para a execução de projetos de interesse comum. As concessionárias consideram altos os preços dos serviços cobrados pelo Cepel e criticam o grande atraso na execução de projetos. Quando necessitam de algum desenvolvimento ou de testes e ensaios, utilizam, na maioria das vezes, seus próprios centros de pesquisas ou os de indústrias fornecedoras.

c) Com fornecedores de bens e serviços

Muitos fornecedores do setor são empresas subsidiárias de multinacionais, com laboratórios de P&D em suas matrizes. Alguns deles possuem laboratórios no país, para a realização de testes e ensaios ou para pesquisas com pouco valor agregado.

Na maioria das vezes, os fornecedores se utilizam do Cepel para a realização de testes e ensaios, que consideram muito caros, criticam sua desarticulação com a indústria e acreditam que seu interesse esteja mais voltado para as concessionárias do setor elétrico. O fato de o Cepel localizar-se no Rio de Janeiro e a maioria das indústrias em São Paulo também é considerado um fator limitativo para a procura. Muitos fornecedores preferem recorrer a centros de pesquisas e laboratórios mais próximos.

Os fornecedores acreditam na capacitação técnica do Cepel, mas reconhecem suas dificuldades de integração com os fabricantes. Ao mesmo tempo, reconhecem a importância de haver um centro como agente de P&D para o setor elétrico e julgam que ele deve dar suporte tecnológico tanto às concessionárias quanto às indústrias. A maioria dos fornecedores entrevistados demonstrou interesse em realizar trabalhos em conjunto com o Cepel, principalmente na área de novas tecnologias aplicadas ao setor.

d) Com universidades e centros de pesquisas afins

As articulações do Cepel com universidades e centros de pesquisas no Brasil são incipientes. O intercâmbio com centros de pesquisas e universidades estrangeiras é mais estreito, com troca de informações e acompanhamento das tecnologias que estão sendo desenvolvidas no exterior. Nos últimos anos, devido à escassez de recursos financeiros, o centro foi obrigado a reduzir seus dispêndios com treinamento de pesquisadores nessas entidades.

Recursos financeiros

A principal fonte de recursos financeiros para o Cepel, tanto para investimentos quanto para custeio, são as contribuições dos sócios fundadores, calculadas com base no Programa de Desenvolvimento Tecnológico (PDT) da Eletrobrás. Mesmo durante a fase de implantação, quando o Cepel recorreu a financiamentos para a construção e montagem dos laboratórios, essas contribuições — equivalentes, à época, a cerca de 0,5% do capital social da Eletrobrás — refletiam a capacidade de endividamento do centro, assegurando-lhe crédito relativamente fácil junto aos principais agentes financiadores.

No início dos anos 80, restringiram-se as contribuições originárias de suas fontes de financiamento, o governo passou a controlar o endividamento e os dispêndios das empresas estatais, e o Cepel passou a suprir-se de empréstimos da própria Eletrobrás.

Nesse período, com o crescimento real das despesas de custeio e a gradativa redução do valor real do PDT, em face da política de capitalização da Eletrobrás, parte dos recursos de financiamento tomados com a mantenedora principal passou a destinar-se à cobertura de déficits de custeio e à rolagem de uma dívida artificial crescente. Tratava-se de um jogo contábil, que resultou no aumento do valor relativo das contribuições da Eletrobrás ao Cepel.

Os aumentos de contribuições ao Cepel tinham reflexo duplo sobre as empresas sócias: de um lado, implicavam aumento das despesas, e de outro, dadas as limitações impostas pelo governo, o sacrifício das atividades próprias dessas empresas, em benefício do centro.

Embora o Cepel conseguisse manter suas finanças razoavelmente equilibradas, já se delineava um cenário de dificuldades, uma vez que, como instituição, o centro já era tratado como empresa governamental, estando sujeito, portanto, às mesmas restrições impostas às suas mantenedoras. Inexistiam, além disso, mecanismos formais que assegurassem ao centro contribuições crescentes, de acordo com suas propostas orçamentárias.

Depois de 1987, com o agravamento da situação financeira da Eletrobrás e do setor em geral, as dificuldades de obter recursos de financiamento, a redução das receitas próprias — que em outras épocas chegaram a representar 22% do custeio — e as mudanças no comportamento da própria Eletrobrás, que passou a exigir do Cepel maior rigor no atendimento às restrições governamentais, o centro passou a enfrentar sérias dificuldades. Primeiro, com as restrições aos investimentos, não foi possível sequer a recuperação e/ou reposição de equipamentos e instalações danificados pelo uso ou mesmo tecnicamente obsoletos; posteriormente, limitaram-se também as despesas de custeio. Em função disso, o Cepel chegou aos anos de 1991 e 1992 com uma estrutura de recursos bastante desgastada e sem quaisquer perspectivas seguras para o futuro.

Se por um lado não existem dúvidas quanto à manutenção de um centro de pesquisas para o setor elétrico, por outro questiona-se até que ponto este centro

será capaz de gerar recursos para si mesmo, de modo a pelo menos manter os níveis qualitativo e quantitativo de atendimento aos seus usuários. Considerando que parte substancial da receita própria do centro provém de concessionárias, como pagamento pela prestação de serviços, e que dificuldades de caixa as impedem até de contratar serviços essenciais às suas operações, não se pode esperar que elas venham a fazer contribuições a um centro de P&D cujos desenvolvimentos são de alto risco e os benefícios, de médio e longo prazos.

Diante disso, o Cepel estuda as seguintes estratégias de atuação que atendam fundamentalmente aos objetivos visados pelo centro:

- a) redução gradativa dos valores das contribuições das empresas sócias, até o nível suficiente apenas para assegurar os dispêndios com a reposição e recuperação de equipamentos desgastados ou obsoletos, acrescentando-se, quando necessário, contribuições extraordinárias para a cobertura de investimentos específicos, aprovados pelo Conselho de Administração;
- b) formação gradativa de um patrimônio constituído de ações de empresas, até um nível capaz de assegurar rendimentos anuais de dividendos, suficientes para cobrir as despesas correntes de custeio do centro. Em uma fase inicial, esse patrimônio deverá ser constituído de ações preferenciais de concessionárias, doadas pelo governo federal ou pela Eletrobrás ao Cepel, com cláusula restritiva de venda. A médio e longo prazos, o próprio Cepel deverá incorporar participações em indústrias, comercializando sua tecnologia em troca de posições acionárias;
- c) celebração de contrato de longo prazo de prestação de serviços pelo Cepel à Eletrobrás, em apoio aos seus programas de pesquisa e desenvolvimento tecnológicos;
- d) alteração dos estatutos das empresas controladas, no sentido de neles fazer constar, da mesma forma que consta na da Eletrobrás, a criação de um Programa de Desenvolvimento Tecnológico, estabelecendo-se valores mínimos de aplicações anuais em programas a serem desenvolvidos pelo Cepel;
- e) alteração na forma de exploração de projetos de desenvolvimento tecnológico industrial, passando o Cepel a investir nesses projetos com recursos próprios ou de financiamento. Caso obtenha êxito, o Cepel buscará formas de associação com a indústria para participar da exploração do produto em si e de seus eventuais sucedâneos, estabelecendo com isso um compromisso econômico permanente com o beneficiário da tecnologia e um compromisso tecnológico com o produto e seus desenvolvimentos futuros;
- f) exploração de novas oportunidades de negócios que venham a surgir com a abertura do mercado interno às importações. Pesquisar, desde já, tecnologias con-

correntes existentes no exterior, com boas perspectivas de aplicação no país, e, antecipando-se a iniciativas do setor privado, adquirir os direitos de exploração, extensivos a outros países para os quais existam facilidades de exportação;

g) aumento da renda de prestação de serviços de ensaios e assistência técnica mediante redução de custos e ajustamento dos preços praticados em níveis compatíveis com o interesse do mercado, além de um maior empenho na comercialização de tais serviços;

h) exploração de outras alternativas para obter recursos, tanto para o Cepel quanto para o sistema de P&D do setor, através de maior interação com os órgãos financiadores e de fomento à pesquisa, possibilitando assim a formação de uma rede de tecnologia setorial.

Dar uma orientação mais empreendedora e mais empresarial às atividades do centro, buscando associação com fornecedores de bens e serviços e maior interação com as concessionárias, contribuiria, a médio prazo, para melhorar o grau de participação de sua receita própria nos fluxos de entradas de recursos, reduzindo o grau de dependência hoje existente em relação às contribuições dos sócios e conferindo maior autonomia e flexibilidade de gestão. Trata-se de buscar uma associação de tipo empresarial com a indústria, para que o Cepel possa participar mais diretamente da exploração do produto em si, e não da tecnologia nele incorporada.

Não se trata de explorar a tecnologia via contratos de licenciamento, como já foi experimentado em outras ocasiões, sem qualquer retorno financeiro significativo. Constatou-se que, nesse tipo de contrato, o Cepel perdeu o vínculo com os desenvolvimentos subsequentes do produto, defasando-se em termos tecnológicos.

A estratégia mais adequada para a comercialização da tecnologia desenvolvida no Cepel é a associação, de fato e de direito, para a comercialização do produto, quer sob a forma de *joint venture*, quer sob a forma de nova empresa em que a tecnologia entre como participação do centro na formação do capital, quer ainda sob qualquer outro tipo de contrato em que, além do pagamento da tecnologia, sejam assegurados ao Cepel direitos específicos de acompanhamento da comercialização do produto e de seus eventuais sucedâneos, mantendo-se assim o vínculo com a tecnologia transferida e com os desenvolvimentos subsequentes.

Recursos humanos

Uma das principais preocupações do Cepel, à época de sua criação, foi formar profissionais devidamente treinados para a execução de suas atividades, através de diversos programas de intercâmbio com instituições de ensino e de pesquisas do país e do exterior. Para a realização desses programas, o

Cepel contou com recursos próprios e com recursos de várias entidades nacionais e internacionais, como Finep, CNPq, Cida e BID.

Atualmente, devido às dificuldades para obter recursos externos e aos problemas do próprio Cepel, seu programa de formação e aperfeiçoamento de pessoal tem que se limitar ao apoio concedido pelo CNPq através do programa RHAE.

Por outro lado, o Cepel não se tem empenhado em captar recursos junto a outras organizações, pois em geral elas exigem contrapartidas ou divisões de custos com que o centro não teria condições de arcar.

Em 1991, o Cepel passou por um processo de cortes de pessoal, que afetaram sobretudo as áreas de apoio administrativo, sendo a redução dos quadros compensada pela introdução de processos de automação e racionalização de rotinas. Em contrapartida, foram preservadas as equipes técnicas nas áreas de conhecimento consideradas estratégicas para a atuação do Cepel, concentrando-se os cortes nos quadros de estagiários. Em 1992, quando da realização do Planejamento Estratégico Tecnológico, foram realizados novos cortes, atendendo a recomendações específicas quanto à reestruturação do centro diante das novas necessidades identificadas.

Atualmente o centro atua com os níveis mínimos de pessoal exigidos para fazer funcionar os laboratórios e manter a massa crítica essencial em suas diversas áreas de conhecimento. Sempre que necessário, o Cepel complementa seus quadros técnicos contratando profissionais autônomos e de outras instituições. Além disso, tem procurado intensificar atividades cooperativas e desenvolver projetos multiclientes, com universidades e outros centros de pesquisas, empresas concessionárias e fornecedores de bens e serviços.

No momento, as preocupações do Cepel estão concentradas no aperfeiçoamento de seu quadro técnico, de modo a não se distanciar da fronteira tecnológica nos segmentos em que já possui capacitação e nos que foram assinalados no PET como prioritários.

Mas não basta o Cepel manter-se na fronteira tecnológica. É necessário que o Cepel se instrumentalize para integrar-se a todos os segmentos da cadeia produtiva do setor e que invista, também, na formação complementar de seus gerentes de projeto, capacitando-os a uma atuação orientada pelo mercado e valorizada por seus resultados.

Recursos laboratoriais

O Cepel conta com dois grandes conjuntos de laboratórios, situados na Ilha do Fundão, Cidade Universitária, e em Adrianópolis, município de Nova Iguaçu, no Rio de Janeiro, os quais são administrados de acordo com o tipo de clientela:

a) laboratórios voltados para usuários do Cepel — realizam trabalhos que se originam de solicitações internas, em geral de gerentes de projetos de pesquisa;

b) laboratórios voltados para usuários internos e clientes externos — seus trabalhos originam-se tanto de solicitações internas de gerentes de projetos quanto de concessionárias e fornecedores;

c) laboratórios voltados para clientes externos — a quase totalidade de seus trabalhos tem origem em solicitações de fornecedores.

A maioria dos desenvolvimentos e testes realizados no país pelo Cepel é executada com seus próprios recursos laboratoriais. Só excepcionalmente o centro utiliza outros laboratórios, por conveniência de projetos desenvolvidos em cooperação com outras organizações.

Desde 1983, os laboratórios do Cepel vêm sendo credenciados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), que é o órgão responsável pela certificação de conformidade no país.

Principais realizações

Ainda que a quantificação dos benefícios de um centro de pesquisas como o Cepel seja difícil, cabe considerar alguns aspectos mais imediatos:

a) a simples existência de laboratórios capazes de realizar ensaios e testes anteriormente só realizáveis no exterior tem proporcionado economia substancial de divisas para o setor, além da economia de custos. Estima-se que, nos últimos 10 anos, o setor economizou cerca de US\$50 milhões com a realização de testes no Cepel;

b) a existência de laboratórios de ensaio no país também proporcionou benefícios de difícil quantificação, em termos econômicos. Até então, os equipamentos de alta tensão eram em geral superdimensionados, para evitar que fossem reprovados em ensaios no exterior. A realização de ensaios no país e a assistência dada pelo Cepel permitiram aos fabricantes adequar os projetos de seus equipamentos, economizando os custos do superdimensionamento. Além disso, equipamentos de menor porte, como os utilizados nos sistemas de distribuição, que raramente eram testados em face dos custos da realização de testes no exterior, passaram a ser testados rotineiramente, o que veio aumentar o seu grau de confiabilidade e, conseqüentemente, do próprio sistema elétrico;

c) as instalações do Cepel proporcionam aos fabricantes nacionais condições para realizar desenvolvimento próprio, ao invés de simplesmente comprar licenças de fabricação de fornecedores estrangeiros;

d) os desenvolvimentos de *software* para planejamento e operação de sistemas, alguns até exportados para países mais avançados, também têm proporcionado economias substanciais para o setor: cerca de US\$260 milhões;

e) o laboratório de simulação de redes-TNA também tem proporcionado economias substanciais para as concessionárias que o utilizam. Graças a estudos desenvolvidos pelo Cepel no laboratório de simulação, a Cesp e a Chesf evitaram compras desnecessárias para seus sistemas;

f) na área de eletrônica aplicada, o Cepel desenvolveu e transferiu para a indústria várias tecnologias, com destaque para aquelas incorporadas pelo terminal de aquisição de dados. Os benefícios que resultam da atuação do Cepel na eletrônica aplicada têm contribuído para o fortalecimento da indústria nacional e para aumentar os ganhos de competitividade de seus produtos.

4. CPqD

Histórico

A partir de 1965, com a rápida expansão do sistema básico de telecomunicações realizada pela Embratel, ficou clara a vulnerabilidade do setor, dada a sua total dependência em relação à tecnologia estrangeira. A capacitação tecnológica nacional nessa área, no entanto, iria depender da iniciativa política do governo de promover as atividades de P&D, a partir de 1972, com a criação da Telebrás.

Inicialmente, o desenvolvimento tecnológico do setor ficou a cargo de um Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, o qual se inseria na estrutura da então Diretoria Técnica da Telebrás. Dispondo de apenas um pequeno grupo de universitários contratados para a realização de atividades de pesquisa básica, o departamento alcançou resultados importantes no período 1973-76. Posteriormente, a contratação de serviços se estendeu a algumas indústrias nacionais, para o desenvolvimento de projetos específicos, como o de antenas de satélites, o do telefone padrão brasileiro e o do multiplicador digital, entre outros. Nessa fase, portanto, a Telebrás empenhou-se em desenvolver uma capacitação científica, tecnológica e industrial através de projetos contratados inicialmente com as universidades e, a seguir, com as indústrias.

Esses projetos fizeram aumentar significativamente o contingente de recursos humanos habilitados ao trabalho de P&D e permitiram identificar oportunidades tecnológicas mais interessantes e condizentes com a capacitação brasileira. Essas e outras condições favoráveis conduziram à criação, em 1976, do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD), para funcionar como um elo tecnológico entre as universidades, as indústrias e as empresas operadoras dos serviços de telecomunicações.

A escolha da localização do centro em Campinas deveu-se à proximidade de grandes centros como São Paulo e Rio de Janeiro, bem como ao fato de tratar-se de importante pólo científico e cultural, dispondo de uma infra-estrutura capaz de oferecer condições para o recrutamento e a fixação de profissionais.

Desde o início, a Telebrás entendeu que, para o desenvolvimento de pesquisas, o modelo ideal era o de parceria com as universidades, e que as atividades de P&D não poderiam depender unicamente de contratos com entidades externas. O modelo adotado se baseou na seleção de quatro tipos de agentes para a execução dos trabalhos de P&D, os quais vieram formar o quadro de pessoal do centro: grupos universitários, indústrias nacionais, empresas operadoras do STB e pesquisadores contratados pelo próprio centro.

O CPqD se estruturou para realizar principalmente atividades de desenvolvimento associadas às indústrias, deixando a maioria dos trabalhos de pesquisa por conta das universidades.

Na prática, contudo, o Sistema Telebrás — constituído por uma elite formada em sua maioria por engenheiros militares com grande conhecimento em telecomunicações no exterior — optou por um formato em que as decisões e a execução de atividades eram extremamente centralizadas. Por outro lado, o centro promoveu uma série de desenvolvimentos a partir da pesquisa básica, realizados em conjunto com as universidades e as indústrias, e nisso despendeu muito tempo e recursos, na medida em que centralizou esforços e arcou com todo o ônus da capacitação industrial.

Em sua fase inicial, o CPqD desempenhou a função de um laboratório de P&D para a indústria nacional emergente, evoluindo gradativamente para pesquisas de alto risco que não fossem de interesse imediato da indústria. Através do CPqD, a Telebrás consolidou uma estrutura de P&D cujo principal objetivo era promover o desenvolvimento tecnológico setorial diminuindo a dependência das telecomunicações em relação à tecnologia estrangeira, no quadro de uma política da autonomia tecnológica.

Em 1980, o CPqD já havia adquirido capacitação tecnológica industrial em vários segmentos. Suas atividades de pesquisa se concentravam nas áreas de computação eletrônica, transmissão digital, comunicações ópticas, comunicação por satélite, comunicação de dados. Entre os projetos, tinha prioridade o Projeto Trópico de Computação Digital, que, queimando etapas, substituiria a computação eletrônica pela digital, acompanhando as transformações tecnológicas em nível internacional.

Em sua primeira etapa, que se estende até 1985, o CPqD concentrou suas atividades no desenvolvimento do produto com testes de campo. O projeto só era considerado concluído com a definição do produto. A participação da indústria ocorria de forma eventual, apenas via recursos humanos, ao passo que a Telebrás arcava com todas as despesas, inclusive o salário dos técnicos da indústria cedidos ao centro.

Os contratos de transferência de tecnologia abrangiam um período de cinco anos e incluíam assistência técnica para absorção de tecnologia, além de consultoria para melhoria do produto. Previam-se a cobrança de *royalties*, que variavam de 1 a 5% do preço líquido da venda do produto final; na maioria das vezes, porém, não havia acompanhamento dos contratos nem cobrança de *royalties*.

A segunda etapa do CPqD se iniciou em 1985, com a definição, pela Telebrás, de uma política de P&D voltada para uma capacitação tecnológica e industrial que assegurasse a prestação dos serviços de telecomunicações mediante a utilização de bens e serviços produzidos com tecnologia nacional.

Nessa etapa, o CPqD transferiu ao setor industrial a competência e a responsabilidade pelo desenvolvimento da fabricação do produto, cabendo ao centro o desenvolvimento da tecnologia do produto, com o objetivo de reduzir os custos de desenvolvimento dos protótipos. Por outro lado, acreditava-se que a indústria já estava capacitada a desenvolver, por si só, a tecnologia de produção. As indústrias tiveram ainda que assumir o ônus com o próprio pessoal dentro do CPqD e foram obrigadas a assinar um termo de compromisso em relação aos *royalties* prefixados.

A terceira etapa, a partir de 1987, foi marcada pela restrição à pesquisa aplicada e ao desenvolvimento de protótipos testados.

A partir de 1989, em função do prenúncio de mudanças macroeconômicas e no setor de telecomunicações, o CPqD deu início a um processo interno de planejamento estratégico, com o objetivo de adequar os trabalhos do centro à nova política industrial — cuja pedra de toque era a competitividade.

Na avaliação que precedeu sua reestruturação, ficou claro que o CPqD funcionou muito mais como um laboratório de desenvolvimento de produtos para o segmento industrial do que como um centro de P&D do Sistema Telebrás, cujo principal objetivo seria desenvolver pesquisa e difundi-la a todo o setor de telecomunicações.

Isso significa que, embora os estudos e pesquisas realizados pelo CPqD não estivessem desvinculados das necessidades das empresas do setor, esse vínculo carecia de uma estrutura mais adequada e de uma formalização interna que identificasse os requisitos prioritários das empresas concessionárias.

Era preciso haver uma aproximação maior do centro com as empresas operadoras e uma ênfase maior em atividades cujos resultados fossem diretamente transferíveis para essas empresas.

Planejamento estratégico

Em meados de 1989 — e em função do cenário político, institucional, tecnológico e industrial, tanto nacional quanto internacional — o CPqD iniciou sua reestruturação através de um processo de planejamento integrado. Com base nesses cenários e utilizando técnicas prospectivas, identificou-se a missão da instituição e definiu-se um conjunto de diretrizes para o futuro, traçando-se também

um quadro das transformações por que deveria passar o setor de telecomunicações ao longo da década de 90.

No final de 1990, as diretorias da Telebrás e de várias empresas operadoras aprovaram uma nova forma de atuação do CPqD, estabelecendo maior seletividade na realização de projetos voltados para a obtenção de produtos industriais e ao mesmo tempo deslocando o foco de atuação para estudos sistêmicos de telecomunicações e para atividades capazes de gerar subsídios tecnológicos para a evolução da rede e dos serviços de telecomunicações. Formalizou-se também o engajamento do CPqD no desenvolvimento de sistemas operacionais.

Considerando o grande esforço de P&D em sistemas operacionais, que permite antever a disponibilidade futura de sistemas mais padronizados, e o fato de que o desenvolvimento e a implantação de ferramentas de *software* para a gerência de redes e serviços requerem investimentos de vulto e grande esforço gerencial, o Sistema Telebrás está, no momento, definindo o papel a ser desempenhado pelo CPqD nessa área.

Estrutura organizacional

A nova estrutura organizacional pretende, através de um modelo mais racional e simplificado, dar um enfoque mais sistêmico às atividades de P&D; assegurar uma crescente automação das atividades operacionais; desenvolver produtos com a participação cada vez maior das indústrias; prestar consultoria tecnológica e transferir conhecimento ao Sistema Telebrás, às indústrias e às entidades externas; e criar capacitação em tecnologias básicas (microeletrônica e optoeletrônica) para cumprir os objetivos de P&D do centro. A nova estrutura prevê maior apoio às necessidades tecnológicas das empresas operadoras, sem que isso represente um enfraquecimento da interface CPqD/indústria. A importância da seleção dos projetos a serem desenvolvidos exige que o tripé formado pelo Sistema Telebrás, CPqD e universidades e indústrias esteja fortemente articulado.

Missão e diretrizes

A missão do CPqD é realizar atividades de pesquisa, desenvolvimento e suporte tecnológico que dêem ao Sistema Telebrás condições de oferecer serviços, redes e produtos de telecomunicações demandados pela sociedade e que contribuam para a capacitação tecnológica industrial do país. No cenário atual, o papel do CPqD é o de um órgão gerador de tecnologia para todo o Sistema Telebrás. Espera-se que seus resultados contribuam para a redução dos custos; para o aumento de receitas; para a evolução e a gerência integrada de redes e serviços; para um maior poder de negociação (tecnologias e produtos estratégicos); para a melhoria da qualidade do Sistema Telebrás; e para a capacitação tecnológica da indústria nacional.

Para isso, o centro seguirá as seguintes diretrizes:

a) intensificar os esforços de aproximação com as empresas operadoras e demais órgãos da Telebrás com vistas ao melhor conhecimento de suas necessidades e prioridades, e ao seu envolvimento (cooptação) nas atividades e projetos do CPqD e na posterior utilização dos resultados destas atividades;

b) enfatizar as atividades que promovam a otimização, a automação da operação e a administração da planta instalada e dos serviços;

c) engajar-se no desenvolvimento de produto, em geral apenas até o nível de Tecnologia Básica de Referência (TBR) e com a participação obrigatória das indústrias nos projetos de desenvolvimento de produtos;

d) organizar a transferência de conhecimentos ou da capacitação interna através de subsídios ao STB e de prestação de serviços tecnológicos;

e) organizar a força de trabalho do CPqD de forma a garantir o atendimento às solicitações dos clientes;

f) reciclar os recursos humanos com vistas a uma nova forma de atuação, em especial no desenvolvimento de *software* de suporte a sistemas de operação;

g) ter uma atuação proativa, buscando antecipar-se à demanda e dominar as tecnologias inovadoras;

h) concentrar esforços nas áreas em que, pela vocação intrínseca do CPqD, seja possível oferecer vantagens comparativas em nível de mercado internacional;

i) proceder à análise de custo/benefício através da avaliação técnico-econômica dos projetos e do ganho econômico para o Sistema Telebrás;

j) subsidiar órgãos do STB na formulação de políticas e na seleção de indústrias para participar de projetos ou receber tecnologia do CPqD.

Principais atividades

- As atividades de P&D do centro deixam de concentrar-se em dispositivos e equipamentos, para assumir um enfoque sistêmico, considerando a evolução de sistemas e redes de telecomunicações.

- No desenvolvimento de produtos, o CPqD deverá contar não só com o STB, mas também com a crescente participação das indústrias.

- Geração de resultados tecnológicos diretamente transferíveis para o STB sob a forma de subsídios e especificações.

- Capacitação em tecnologias básicas consideradas estratégicas para as telecomunicações (como microeletrônica, optoeletrônica e *software*).

- A prestação de consultoria tecnológica e a transferência de conhecimentos do STB às indústrias e às entidades externas passam a ser consideradas fundamentais para o cumprimento dos objetivos de P&D, dentro do enfoque sistêmico.

Tanto as atividades de P&D de enfoque sistêmico quanto as de insumo tecnológico (tecnologias básicas) continuarão a ser estruturadas em projetos de pesquisa e projetos de desenvolvimento. Esses projetos terão um planejamento plurianual e uma reavaliação periódica por parte do STB, sob a responsabilidade formal do conselho consultivo, constituído por diretores da Telebrás e das empresas operadoras.

Serviços tecnológicos

Com a prestação de serviços tecnológicos pretende-se explorar e transferir para o STB e entidades externas a competência técnica, gerencial e intelectual do CPqD, resultante da capacitação de seus recursos humanos e laboratoriais adquirida ao longo do desenvolvimento de projetos de P&D. Nesse contexto, a prestação de serviços tecnológicos é considerada um subproduto das atividades de P&D e deve ser tratada caso a caso, com base em demandas específicas dos clientes.

Os serviços tecnológicos que o CPqD deverá prestar classificam-se em:

a) serviços especializados: são os serviços tecnológicos de "rotina" envolvendo recursos humanos, infra-estrutura material e conhecimentos técnicos. Esses serviços já são realizados pelo centro, e entre eles destacam-se: placas de circuito impresso, fotolitos, ensaios de laboratórios, caracterização de componentes, confecção de peças e homologação de produtos;

b) apoio de infra-estrutura: através desse serviço, o CPqD poderá alugar parte de suas instalações e equipamentos disponíveis;

c) serviços de informação tecnológica: é um serviço que pretende divulgar ao ambiente externo do STB os conhecimentos tecnológicos existentes no CPqD. A idéia é que o CPqD monte um banco de dados organizando o acervo de conhecimentos existente nas diversas áreas tecnológicas. Como se trata de um serviço tecnológico de alta divulgação, o CPqD deverá estruturar uma rede de telecomu-

nicações que, no futuro, deverá dar acesso a outros tipos de informações relacionadas com o CPqD;

d) assessoramento tecnológico: refere-se à transferência de conhecimentos do STB ao meio externo. O assessoramento tecnológico deverá ser precedido de negociações com a entidade interessada, e seu objetivo é resolver problemas específicos do cliente.

Recursos humanos

Com a reestruturação do STB, deverá haver maior colaboração da área de recursos humanos e melhor distribuição de tarefas entre o centro, universidades, indústrias e empresas operadoras. Nesse sentido procedeu-se, em 1990, a uma redução de 20% no quadro de pessoal do centro.

A política de recursos humanos que está sendo implantada pelo CPqD privilegia:

a) a contratação de serviços de terceiros para o desenvolvimento de projetos, quando o centro não dispuser de mão-de-obra própria e de outros serviços, por não ser interessante a sua existência dentro do CPqD;

b) a intensificação de programas de cooperação técnica em nível nacional e internacional para o desenvolvimento de projetos específicos;

c) a maior utilização do pessoal das fundações (universidades e centros de pesquisa que mantêm convênio com o CPqD) em suas pesquisas;

d) a intensificação dos acordos internacionais como forma de atualização e troca de experiências.

O maior engajamento do centro em atividades de P&D, através da terceirização e da utilização de equipes mistas, compostas de pessoal de universidades, indústrias e empresas operadoras, tem uma série de vantagens: concentração de esforços em P&D, redução de custos em seus desenvolvimentos, atualização tecnológica do pessoal envolvido, além da existência de equipes especializadas nas diversas entidades, assegurando ao STB uma maior eficácia na consecução de seus objetivos.

Em termos de qualificação, em 1992, 71% do pessoal do CPqD eram de nível superior, 25,7% de nível médio e 2,9% não tinham qualificação técnica, enquanto em 1988 esses índices eram de 79% para o nível superior, 18% para o nível médio e 3% para o restante. O decréscimo de pessoal de nível superior decorreu da grande evasão de pesquisadores para as indústrias em função de salários mais altos.

Quanto à capacitação tecnológica de seus pesquisadores, em 1992, o CPqD investiu cerca de US\$758.736 em treinamento no exterior e US\$508.000 no país (cursos internos administrados pelo CPqD ou pelos seus centros de treinamento localizados em São Paulo, Recife e Brasília). Não existem dados sobre os cursos externos ao CPqD.

Recursos financeiros

Desde a sua constituição, a Telebrás opera de forma praticamente auto-sustentada. Em seus primeiros anos, utilizou os recursos das sobretarifas do Fundo Nacional de Telecomunicações (FNT) para a sua consolidação e para a alavancagem de sua infra-estrutura básica.

Com a crescente geração de recursos operacionais decorrente do tráfego interurbano e internacional escoado, e com sua infra-estrutura já consolidada, a empresa perdeu gradativamente os recursos das sobretarifas. Sua expansão passou a depender apenas dos recursos da exploração de serviços, complementados pelo autofinanciamento compulsório dos terminais telefônicos. Apesar de tendências esporádicas à recuperação de sua capacidade de investimento, principalmente pela adoção de uma política tarifária mais realista, continuam incertas as perspectivas a curto e médio prazos quanto à expansão do sistema. Esse quadro se agravou a partir de 1988, com a deterioração da situação financeira de algumas empresas do STB.

Tal como ocorreu com os demais centros de P&D das empresas estatais, a partir da década de 80 o CPqD sofreu as consequências das restrições impostas pelas políticas macroeconômicas de combate à inflação, que limitaram os investimentos, as tarifas e a contratação de pessoal das empresas estatais. Os recursos destinados ao CPqD pela Telebrás caíram substancialmente de US\$72,6 milhões em 1991 para US\$46 milhões em 1990. No entanto, em 1992 tornaram a aumentar, atingindo US\$49 milhões, e para 1993 estão previstos gastos de US\$86 milhões.

Desde então, o CPqD convive com uma série de restrições em seus programas de pesquisas, o que o obriga a procurar novas fontes de recursos financeiros, sob pena de perder a capacitação tecnológica adquirida.

O planejamento estratégico permitiu identificar novas formas de obter recursos para o centro: vendas de serviço (testes e ensaios); cobrança de *royalties*; prestação de consultoria para as indústrias; cobrança adequada e sistemática de licenciamento de produtos; aluguel dos laboratórios do CPqD para outros centros de P&D ou universidades; e maior concentração de recursos em projetos considerados estratégicos.

Recursos laboratoriais

O CPqD utiliza unicamente seus próprios laboratórios, mesmo quando se trate do desenvolvimento de projetos que envolvam a participação de universidades, indústrias e empresas operadoras do STB. Nos casos em que o desenvolvimento requeira equipamentos de que o centro não dispõe, providencia-se imediatamente a sua aquisição. Somente para determinados tipos de testes e ensaios, para os quais o CPqD não possui os equipamentos adequados, são utilizados laboratórios de terceiros, quase sempre de universidades (Unicamp, USP) ou de outros centros de P&D (CTI, IPT, INP).

Principais realizações

A lista de produtos desenvolvidos pelo centro é extensa, cabendo destacar suas atividades em centrais de comutação telefônica (notadamente a família Trópico), os trabalhos em fibra ótica e em circuitos híbridos e integrados, além de uma ampla gama de equipamentos para comunicação por telefonia, microondas e satélite.

Como foi dito, o CPqD desempenhou, mesmo antes da recente reforma, um duplo papel na capacidade tecnológica do setor: desenvolvendo produtos com tecnologia nacional e fomentando a capacitação tecnológica das universidades e notadamente das empresas localizadas no país, seja pela transferência desses produtos, seja pela formação de pessoal. À época da pesquisa, 72 empresas eram licenciadas do centro. Para as empresas de menor porte, a atuação do CPqD foi ainda mais importante, já que a formação e o desenvolvimento delas frequentemente dependeram do licenciamento de produtos originados no centro, que, dessa forma, contribuiu para estruturar o setor. Com a reforma, as prioridades do centro foram modificadas, mas as diretrizes definidas para o CPqD mantêm a visão sistêmica, garantindo-lhe um papel destacado no desenvolvimento tecnológico do setor.

A trajetória dos três centros: um confronto

Os três centros estudados foram todos criados entre o final da década de 60 e o início dos anos 70. No entanto, o auge de seu desenvolvimento coincide com a vigência do II PND, tendo como vetor básico de implementação de suas atividades a política industrial do período, que privilegiou as áreas de insumos básicos e bens de capital e a expansão da infra-estrutura econômica. Nesse contexto, foram realizados pesados investimentos nos setores de petróleo, telecomunicações e eletricidade. Em consequência, as empresas estatais foram orientadas a utilizar o seu poder de compra para aumentar o índice de nacionalização dos bens e serviços que adquiriam, fortalecendo assim os seus vínculos com a indústria local.

É bem verdade que, embora a política industrial considerasse prioritário o desenvolvimento de capacidade tecnológica interna nas atividades de P&D (notadamente projeto básico de produtos e processos), na prática, a tônica da política

tecnológica foi o desenvolvimento de uma tecnologia de fabricação, com índices de nacionalização elevados.

As especificidades do país nos campos do petróleo, das telecomunicações e da eletricidade, somadas à dimensão e ao crescimento do mercado brasileiro, criaram condições para um avanço significativo no campo da tecnologia de fabricação. O país tem hoje uma capacidade de atendimento da demanda de bens e serviços naqueles campos superior a 80% das necessidades.

No passado recente, a inexistência de uma política industrial e tecnológica teve repercussões negativas nas empresas estatais e, em especial, no desenvolvimento dos centros estudados.

Uma análise comparada dos três centros aponta diferenças importantes nos caminhos percorridos e nos resultados alcançados, em função de fatores setoriais de natureza tecnológica e de condições institucionais e gerenciais específicas a cada empresa estatal e seu respectivo centro de pesquisa. Em cada uma das empresas analisadas, o objetivo de maior autonomia tecnológica foi condicionado pelas características econômicas e políticas da empresa e pelas especificidades tecnológicas do setor em que atuava.

Havia também diferenças significativas entre as empresas no tocante à autonomia de gestão. Enquanto a Petrobras e a Telebrás gozavam de relativa autonomia financeira e coordenavam os seus respectivos setores por força de monopólios legais, a Eletrobrás não só dependia de recursos externos (nacionais e internacionais), como não detinha a coordenação total do setor. Por sua vez, a inserção setorial das empresas conduziu a apreciações distintas da problemática tecnológica: a Petrobras é uma empresa industrial, a Telebrás, uma prestadora de serviços com forte conteúdo industrial, enquanto a Eletrobrás é uma *holding* das empresas regionais cujo contato com a problemática industrial e tecnológica se faz através de concessionárias que têm relativa autonomia tecnológica.

A Petrobras, que tradicionalmente seguia uma política de constituir fontes de suprimento de bens e serviços no país, obteve maior autonomia tecnológica em função da inexistência de oferta de tecnologia para a extração de petróleo em águas profundas. A Telebrás optou por um programa de capacitação tecnológica por considerar a telecomunicação uma questão de segurança nacional. A conquista de uma autonomia maior exigiu investimentos pesados em P&D, com a finalidade de acompanhar a fronteira tecnológica internacional, que vinha sofrendo rápidas transformações em função da substituição do paradigma eletromecânico pelo eletrônico. Em contraste, no setor elétrico, a Eletrobrás não tinha uma orientação política bem definida, e o setor já tinha à disposição uma tecnologia amadurecida em nível internacional. Em consequência, o setor elétrico concentrou suas atividades em desenvolvimentos tecnológicos adaptativos às características e especificidades brasileiras.

Dessas diferenças nas estratégias tecnológicas das três empresas resultaram especificidades importantes no tocante à prioridade que cada uma delas conferiu ao desenvolvimento tecnológico e ao maior ou menor avanço nas atividades de

P&D, com repercussões importantes sobre os recursos financeiros, humanos e institucionais alocados aos seus respectivos centros de pesquisa.

No plano institucional, tanto o Cenpes quanto o CPqD integram a estrutura organizacional de suas empresas mantenedoras. Já o Cepel foi constituído com personalidade jurídica própria, sob a forma de sociedade civil sem fins lucrativos.

Assim, embora o CPqD, o Cenpes e o Cepel tenham contado com a participação de suas empresas controladoras na definição de suas diretrizes e das necessidades setoriais prioritárias a serem atendidas, o Cepel, por ser mantido por uma empresa que nem de direito nem de fato responde por todas as concessionárias do setor, teve que partir para uma linha de atuação mais ampla e flexível, enfrentando dificuldades para se inserir como agente participativo obrigatório no processo de desenvolvimento do setor elétrico.

Com efeito, ao se analisarem os resultados dessas empresas na área do desenvolvimento tecnológico, percebe-se que a Petrobras e a Telebrás sempre utilizaram seus centros de pesquisa como agentes catalisadores e propulsores desse desenvolvimento. Na Eletrobrás, entretanto, isso não ocorreu com a mesma intensidade, uma vez que os resultados obtidos decorreram muito mais da atuação dos Núcleos de Articulação com a Indústria (NAI) das concessionárias de energia elétrica, em conjunto com os fornecedores do setor e com órgãos governamentais, do que do Cepel propriamente dito.

Portanto, a identificação da Petrobras e da Telebrás com seus centros de P&D foi decisiva para a capacitação da indústria nacional. Por sua vez, a descentralização do setor elétrico impediu que se alcançassem resultados semelhantes no setor elétrico.

Apesar da atuação decisiva da Eletrobrás no setor elétrico, através da coordenação dos NAI das empresas de energia elétrica na mobilização industrial que se estendeu até o início dos anos 80, a verdade é que não se conseguiram, na área de desenvolvimento e difusão de novas tecnologias de processos e produtos, os mesmos resultados alcançados na fabricação de equipamentos.

Tanto a capacitação e o amadurecimento tecnológico desses centros quanto os resultados de seus trabalhos tiveram relação direta com as demandas de tecnologia em seus respectivos setores. No caso da Petrobras e da Telebrás, essas demandas eram claramente explicitadas ao Cenpes e ao CPqD. No caso do setor elétrico, ao contrário, por falta de explicitação dessa demanda (exceção feita às áreas de planejamento e operação de sistemas), o Cepel teve de buscar, por si mesmo, espaços e oportunidades de atuação.

Por outro lado, pelo fato de o setor elétrico utilizar tecnologias de equipamentos maduras, cujo desenvolvimento se caracteriza por avanços incrementais, o Cepel concentrou suas atividades no desenvolvimento de tecnologias que atendessem às diversas especificidades da problemática setorial, como transmissão a longas distâncias e outras.

O Cenpes, por sua vez, adotou um modelo operacional de atuação que enfatiza a tecnologia de processo. No final da década de '70, depois de haver contri-

buído para o desenvolvimento do setor de bens de capital em parceria com as indústrias locais, incentivando a compra de tecnologia no exterior pelos fabricantes nacionais, o Cenpes passou a dedicar-se à capacitação em tecnologia da engenharia básica de processos industriais.

Após a descoberta de petróleo em águas profundas, no início dos anos 80, e conforme o objetivo de diminuir a dependência da importação de petróleo, o Cenpes passou a priorizar o desenvolvimento de uma tecnologia que viabilizasse a exploração dessas reservas, situando-se hoje na fronteira tecnológica, através do programa Procap.

No caso do CPqD, o objetivo era alcançar maior autonomia local na produção de equipamentos e produtos para atender ao Sistema Telebrás. Para tanto foi necessário agilizar o ritmo dos desenvolvimentos em P&D, a fim de acompanhar a fronteira tecnológica, que passava por grandes transformações nos países mais adiantados. A mudança do paradigma eletromecânico para o eletrônico, depois para o analógico e mais tarde para o digital fez com que o centro se empenhasse em queimar etapas para atingir estágios tecnológicos semelhantes aos dos países desenvolvidos, através de experiências como as do Projeto Trópico.

Tanto o Cenpes quanto o CPqD adotaram modelos de desenvolvimento de pesquisas nos quais as indústrias e as universidades tinham participação significativa. A Petrobras foi buscar pessoal qualificado nas universidades, treinando-o e repassando-o mais tarde à indústria. Com isso criou-se um forte elo entre a empresa e o setor industrial nascente, que carecia de pessoal mais especializado em condições de atender suas demandas.

Tal como a Petrobras, a Telebrás estabeleceu uma forte articulação com universidades e indústrias, embora a segunda centralizasse no CPqD todos os trabalhos a serem desenvolvidos. O forte de seu programa de treinamento era trazer técnicos altamente qualificados das universidades do país e do exterior para executar tarefas e treinar pessoal dentro do próprio CPqD. Ainda assim, desempenhou importante papel no treinamento de pessoal vinculado ao setor industrial, na medida em que qualificava técnicos das indústrias que ficavam temporariamente no CPqD e mais tarde os devolvia às indústrias de origem, além de arcar com todo o ônus do treinamento. Isso mostra a disposição da Telebrás em capacitar o setor industrial nacional para atender ao Sistema Telebrás.

Já o Cepel concentrou esforços na capacitação de seu próprio quadro de pessoal. Foram realizados diversos programas de intercâmbio com instituições de ensino e de pesquisas no país e principalmente no exterior, os quais deixavam clara a preocupação do centro com a excelência na formação de técnicos. O forte elo com essas instituições foi a base que permitiu ao Cepel adquirir capacitação tecnológica e formar um corpo técnico altamente qualificado. No entanto, sua articulação com a cadeia produtiva (indústrias fornecedoras e concessionárias de energia elétrica) é menos explícita. A dificuldade encontrada pelo Cepel em fortalecer seu vínculo com esses segmentos pode ser explicada, entre outros motivos, pela própria posição da *holding* Eletrobrás em relação ao setor, diferente-

mente da Petrobras e da Telebrás, que definiram diretrizes claras de P&D setorial. Por outro lado, o setor elétrico brasileiro se compõe de indústrias altamente concentradas e dominadas por um pequeno grupo de empresas internacionais, que controlam os mercados internacionais e nacional. Por deterem alto conhecimento tecnológico e pertencerem a um setor onde as inovações tecnológicas são predominantemente incrementais, essas indústrias garantem vantagens por meio de economias de escopo e de escala, técnica e financeira, e de investimentos em engenharia, além de absorverem tecnologias, capital e recursos humanos especializados.

Outro aspecto a ser considerado na diferenciação entre os centros de pesquisa analisados refere-se ao financiamento de suas atividades e instalações. O Cenpes e o CPqD fazem parte da Petrobras e da Telebrás, respectivamente, de vez que não têm personalidade jurídica própria. Seus dispêndios, portanto, são análogos aos das demais divisões funcionais dessas empresas, o que lhes dá uma posição mais confortável na discussão de seus orçamentos, planos de trabalhos e aportes de recursos. Alia-se a isso o fato de que essas empresas, monopolistas nos setores em que atuam, sempre adotaram uma postura efetivamente comprometida com o desenvolvimento tecnológico de suas operações e produtos, assegurando os recursos necessários para que seus centros de P&D pudessem cumprir adequadamente as missões que lhes foram atribuídas, mesmo quando os benefícios resultantes acabam sendo externalizados, como no caso da capacitação da indústria de bens e serviços.

Já o Cepel, como sociedade civil autônoma, tem como principal fonte de financiamento as contribuições dos sócios, pelas quais responde, majoritariamente, a Eletrobrás. Seus orçamentos e programas de trabalhos devem ser submetidos ao Conselho de Administração, composto de representantes das concessionárias. Como a maior parte do valor das contribuições fica comprometida com projetos que a Eletrobrás seleciona como prioritários, o Cepel tem que recorrer à venda de serviços ou procurar parceiros que se disponham a financiar outros projetos que, mesmo considerados relevantes pelas concessionárias e pela indústria, não possam ser cobertos integralmente pelas contribuições dos sócios, devido à crise financeira enfrentada pelo setor elétrico.

Essas diferenças refletem-se diretamente no volume de recursos alocados para os centros de pesquisas pelos diferentes setores em análise. A evolução das aplicações nesses centros nos últimos quatro anos reflete, em certa medida, as dificuldades decorrentes das restrições impostas pelo governo a partir de 1990, mas deixa bem claras as diferenças de tratamento que as três grandes empresas dispensaram a seus centros de P&D.

Enquanto a Eletrobrás e suas controladas, apoiadas na justificativa da crise financeira do setor, reduziram as contribuições ao Cepel de US\$28,5 milhões em 1990, para US\$23 milhões em 1992, a Petrobras elevou os aportes ao Cenpes de US\$93,2 milhões para US\$130 milhões no mesmo período, e a Telebrás, após reduzir drasticamente os recursos alocados ao CPqD (de US\$72,6 milhões em

1990 para US\$46 milhões em 1991), empenhou-se em recuperar o nível de dispendios com P&D — elevando os aportes ao CPqD para US\$49 milhões em 1992 e prevendo alcançar, em 1993, a soma de US\$86 milhões.

As diferenças do tratamento conferido à P&D nos três setores ficam ainda mais patentes quando se considera que, em valores relativos, os aportes de recursos ao Cenpes e ao CPqD montam, atualmente, a cerca de 1 e 1,2%, respectivamente, do faturamento bruto da Petrobras e do Sistema Telebrás, enquanto os recursos alocados ao Cepel não chegam a atingir 0,3% do faturamento bruto do setor com vendas de energia, ou 0,5% do faturamento do grupo Eletrobrás.

Finalmente, os três centros de pesquisa têm em comum o fato de terem passado por uma reestruturação a fim de se adequarem ao novo paradigma tecnológico e industrial. Após as crises que marcaram o início dos anos 80 — que deixaram como saldo um panorama de deterioração da infra-estrutura, da capacitação financeira e do quadro de recursos humanos —, esses centros passaram por processos de avaliação para identificar suas missões, objetivos, diretrizes e o seu papel no contexto dos setores em que atuam. Nessa reestruturação ficou claro que, embora esses centros pertençam a setores produtivos específicos, suas linhas de atuação identificam-se no que diz respeito a:

- Priorizar projetos de P&D que tenham uma abordagem mais sistêmica.
- Procurar novas fontes de recursos financeiros, através da venda de serviços e do desenvolvimento de outras atividades remuneradas.
- Intensificar programas de P&D em projetos cooperativos e multiclientes.
- Intensificar as articulações com universidades e centros de P&D.
- Identificar as reais demandas tecnológicas das indústrias para atuar em desenvolvimentos conjuntos, no intuito não só de mantê-las competitivas, mas também de poder contar no país com um parque industrial capaz de atender às demandas dos setores produtivos, com eficiência, eficácia e preços adequados.
- Manter níveis adequados de investimento em treinamento dos seus quadros de pessoal, para não perder os níveis de capacitação já adquiridos.
- Acompanhar os desenvolvimentos tecnológicos e manter atualizado o conhecimento do “estado da arte” nos respectivos campos de atuação.
- Adotar um modelo de planejamento e gestão científico-tecnológico capaz de coordenar, de forma interativa, as atividades de P&D de todos os segmentos das cadeias produtivas em que atuam.

- Adotar parâmetros de custo/benefício na priorização de seus projetos de programas de gestão da qualidade.

Apesar das mudanças promovidas por esses centros para se adequarem às transformações conjunturais e estruturais que vêm ocorrendo na economia mundial e na do próprio país, questiona-se agora, nas próprias empresas estatais que os mantêm, principalmente nos casos do Cepel e do CPqD, a validade da manutenção, nesses centros, das atividades de P&D industrial previstas em suas missões básicas. Na conjuntura atual e no futuro próximo, essas atividades, pelo elevado ônus que envolvem, deveriam ser integralmente assumidas pelos setores privados da economia que delas se apropriam, ou pelos menos tê-los como principais patrocinadores.

Portanto, é possível que, em decorrência desse questionamento, outras mudanças, de maior profundidade, venham a ocorrer nesses centros. A tendência das estatais, nesse caso, seria manter um mínimo de infra-estrutura tecnológica, com grande capacitação, suficiente apenas para coordenar o desenvolvimento de projetos de seu interesse, cuja execução seria contratada junto a universidades, indústrias, empresas especializadas etc.

Por fim, é provável que, caso a política de privatização seja estendida a esses setores, o destino do Cenpes, do Cepel e do CPqD venha a ser questionado. Dada a sua importância para o desenvolvimento tecnológico e industrial do país, a preservação desses centros deveria constituir um fator condicionante a ser explicitamente considerado no âmbito daquela política.